

УДК 630\*31:661.92

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

П. Б. РЯБУХИН,

доктор технических наук, профессор кафедры  
«Технологии лесопользования и ландшафтного строительства»,  
декан факультета природопользования и экологии  
ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет»,  
680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская 136,  
тел: 8 (4212) 22-44-13; e-mail: 000340@pnu.edu.ru

**Ключевые слова:** лесозаготовительные машины, экология, оценка, выбросы, атмосфера, загрязняющие вещества, ущерб.

Рассмотрена актуальная проблема экологической оценки функционирования лесозаготовительных машин, представлена методика по определению количественных характеристик выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива во время технологического процесса лесозаготовок, получены результаты, характеризующие экологическую оценку различных систем лесозаготовительных машин, реализующих различные типы технологического процесса лесозаготовок. На основании полученных расчетных данных установлено, что технологический процесс лесозаготовок оказывает значительное влияние на атмосферный воздух, а в выбросах силовых установок лесосечных машин содержатся такие составляющие компоненты, как оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сажа, углеводороды. При этом минимальный ущерб от загрязнения атмосферного воздуха из всей широкой гаммы существующих в настоящее время на лесопромышленных предприятиях Хабаровского края лесозаготовительных машин приносит система ЛЗМ на базе валочно-пакетирующей машины, снабженной формирующе-транспортным модулем для формирования и первичной транспортировки пачек деревьев в пределах лесосеки с последующей ее обработкой на погрузочном пункте. Проведение предварительной или текущей оценки количества выбросов в атмосферу вредных веществ позволит руководителям лесопромышленных предприятий контролировать экологическую составляющую при комплексной оценке эффективности приобретаемой лесозаготовительной техники.

## ECOLOGICAL ASPECTS OF FORESTRY MACHINES OPERATION

P. B. RYABUKHIN,

doctor of technical sciences, professor of the department  
«Technology of forest management and landscape construction»,  
Dean of the Faculty of Natural Resources and Ecology, Pacific State University,  
680035, Khabarovsk, 136, Tihookeanskaya str.,  
Phone: 8 (4212) 22-44-13; e-mail: 000340@pnu.edu.ru

**Keywords:** harvesters, ecology, assessment, emissions, atmosphere, pollutants, damage.

The article touches upon the actual problem of the environmental assessment of forest machines functioning. The author provides methodology of defining the characteristics of combustion products emissions during the harvesting process. The results obtained characterize the environmental assessment of logging machines system that implement different types of technological process of harvesting. Basing on the calculated data we found that the logging process has a significant impact on the air, and emissions from harvesting machines contain

such harmful components as carbon monoxide, nitrogen oxides, sulfur dioxide, soot, hydrocarbons. In this case, the minimum damage for air from a wide range of currently existing in the timber industry enterprises of the Khabarovsk Territory forest machines, brings the logging system based on feller-buncher provided with the forming and transport unit for the formation and primary transport of packets trees within the felling area to its subsequent processing at the loading point. A preliminary assessment of the amount of harmful emissions will allow managers of timber companies to control the environmental dimension with a comprehensive assessment of the acquired logging equipment efficiency.

### Введение

Экологическая оценка лесозаготовительных машин наряду с лесохозяйственной и технологической является обязательной и целесообразной для определения предельно допустимых воздействий лесозаготовки на лесные биоценозы. Постоянно ухудшающееся качество запасов древесных лесных ресурсов, резкое понижение их экологического потенциала требуют незамедлительного изменения стратегии лесопользования, перехода на ресурсосберегающие технологии и системы машин для лесозаготовок. Решение этой проблемы находится в соблюдении основных экологических и технологических принципов [1]. На лесные экосистемы оказывают негативное влияние не только выбросы в атмосферу токсичных газов лесозаготовительными машинами, но и обустройство несанкционированных топливно-заправочных пунктов на территории лесных участков с разливом топлив и масел на лесную почву с возможным дальнейшим попаданием в водные артерии. При этом негативное воздействие оказывается и на атмосферный воздух, на почву и на водные объекты. Лесные древесные ресурсы имеют большое влияние

на регулирование равновесия природной среды, поскольку являются гарантом сохранения других природных ресурсов и экологической обстановки в целом. В процессе реализации технологического процесса лесозаготовок может происходить значительное нарушение баланса во взаимосвязанной системе существующих биоресурсов.

В процессе эксплуатации лесозаготовительных машин в атмосферный воздух выделяются диоксид углерода (парниковый газ), оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и др., которые неблагоприятно воздействуют на экосистему, приводя к угнетению лесорастительных ресурсов [2].

### Цель, задачи, методика и объекты исследований

Для сравнительного анализа используемых в настоящее время на лесопромышленных предприятиях Хабаровского края систем ЛЗМ были выполнены теоретические исследования, в результате которых доработана и апробирована методика по определению количественных характеристик выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива во время технологического процесса разработки лесных участков.

Поскольку принципиальные конструкции современных технологических машин идентичны и могут использоваться в различных технологических направлениях, в работе в качестве базовых были приняты методики по проведению инвентаризации выбросов загрязняющих веществ на примере эксплуатации строительно-дорожных машин [3]. Значения параметров разовых выбросов от силовых установок лесосечных машин, выполняющих все технологические операции лесосечных работ (по хлыстовой и сортиментной технологиям заготовки), определялись в ходе натурных замеров в течение зимнего и летнего сезонов лесозаготовок для четырех систем машин:

1) валочно-пакетирующая машина (ВПМ) DD-850 + трелевочная машина (ТМ) DD-460 + сучкорезная машина (СМ) ЛП-33А;

2) (ВПМ) DD-850 с формирочно-транспортным модулем (ФТМ) + (ТМ) ТТ-4М + МСГ-3 + погрузчик ЛТ-188;

3) харвестер DD-1270D + (ТМ) форвардер (Ф) DD-1010D + погрузчик «Варата»;

4) (ВПМ) DD-850 + процессор РС-200 + погрузчик «Варата» + (ТМ) Ф DD-1010D.

### Результаты исследования и их обсуждение

Значения максимального разового выброса  $G_i$  (г/с) определяются по зависимости

$$G_i = \sum_{k=1}^k (M_{\text{дв}ik} t_{\text{дв}} + 1,3 M_{\text{дв}ik} t_{\text{нагр}} + M_{\text{хх}ik} t_{\text{хх}}) N_k / 1800,$$

где  $M_{\text{дв}ik}$  и  $M_{\text{хх}ik}$  – значения удельных выбросов загрязняющих веществ лесосечных машин при работе в режимах без нагрузки и на холостом ходу;  $1,3 M_{\text{дв}ik}$  – значения удельных выбросов загрязняющих веществ лесосечных машин при работе под нагрузкой, рассчитанных исходя из того, что при увеличении нагрузки на двигатель расход топлива увеличивается на 25–30%;  $N_k$  – количество ЛЗМ каждого  $k$ -го типа, работающих одновременно на одной лесосеке;  $t_{\text{дв}}$ ,  $t_{\text{нагр}}$  и  $t_{\text{хх}}$  – время движения с грузом и работы на холостом ходу соответственно;  $k$  – количество ЛЗМ в комплексе по технологическим операциям лесосечных работ.

Численные значения валового выброса  $B_i$  (т/год) рассчитывались для обоих сезонов заготовки по каждому виду ЛЗМ:

$$B_i = B_i = \sum_{k=1}^k (M_{\text{дв}ik} t'_{\text{дв}} + 1,3 M_{\text{дв}ik} t'_{\text{нагр}} + M_{\text{хх}ik} t'_{\text{хх}}) D_{\phi} \cdot 10^{-6},$$

где  $t'_{\text{дв}}$ ,  $t'_{\text{нагр}}$  и  $t'_{\text{хх}}$  – суммарное время движения ЛЗМ при различных режимах эксплуатации в течение смены.

Поскольку токсичность компонентов, входящих в состав выбросов ЛЗМ, имеет разные значения, комплексная экологичность рассматриваемых систем ЛЗМ

определялась через параметр приведенной массы  $M_{\text{пр}k}$  (т):

$$M_{\text{пр}k} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{ПДК}_{\text{СССО}} B_i}{\text{ПДК}_{\text{ССИ}}},$$

где  $\text{ПДК}_{\text{СССО}}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация оксида углерода  $\text{CO}$ ;  $\text{ПДК}_{\text{ССИ}}$  – среднесуточная предельно допустимая концентрация  $i$ -го компонента, входящего в состав выбросов;  $B_i$  – масса выброса  $i$ -го компонента.

Значения  $M_{\text{пр}k}$  определялись как суммарные за один год технологической работы на 1 га разработанной площади лесного участка. Результаты расчетов представлены на рис. 1. График

изменения численных значений валового выброса загрязняющих веществ при реализации разных технологий и комплексов ЛЗМ представлен на рис. 2.

Комплексный ущерб, наносимый экосистеме при работе комплексов ЛЗМ, устанавливался с использованием следующей зависимости:

$$Y_j^a = \gamma_j^a L_j^a O_j,$$

где  $\gamma_j^a$  – показатель удельного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха, руб./усл.т;  $L_j^a$  – постоянный параметр опасности загрязнения атмосферы;  $O_j$  – опасность загрязнения атмосферы.

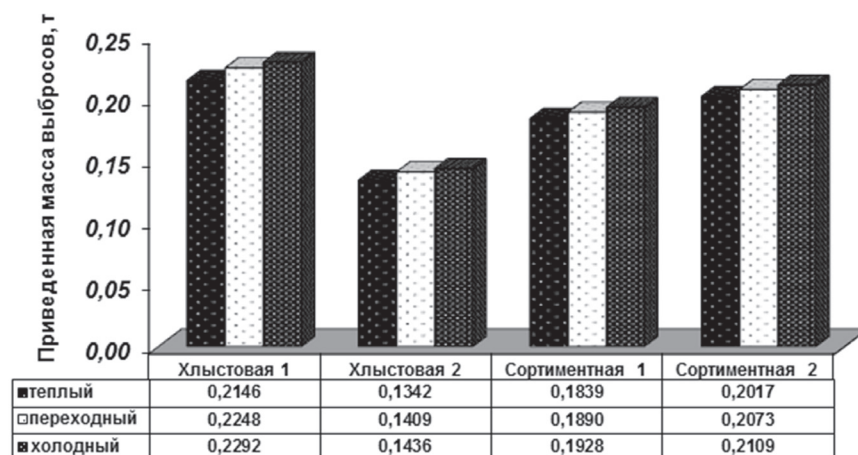


Рис. 1. Приведенная масса выбросов комплексами ЛЗМ по сезонам заготовки

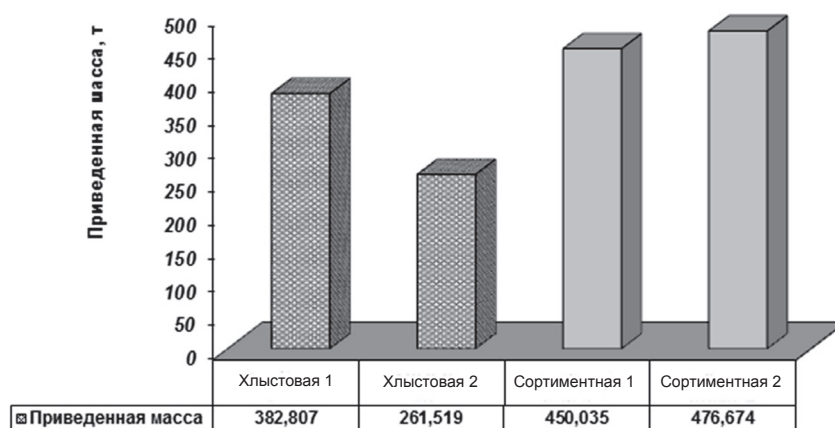


Рис. 2. Приведенная масса загрязняющих веществ для исследуемых систем ЛЗМ

Полученный результат расчетов показателя ущерба от загрязнения атмосферы со сравнительным анализом систем лесозаготовительных машин, работающих по различным технологиям, представлен на рис. 3. При этом принято, что зона активного загрязнения для группы эксплуатационных лесов однородна и можно считать, что  $L^a = 0,025$ .

### Выводы

Таким образом, на основании выполненных теоретических исследований можно констатировать следующее.

1. Технологический процесс лесозаготовок оказывает значительное влияние на атмосферный воздух, в выбросах силовых установок ЛЗМ содержатся такие составляющие компоненты, как

оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сажа, углеводороды.

2. Минимальный ущерб от загрязнения атмосферного воздуха приносит хлыстовая технология с системой ЛЗМ «(ВПМ) DD-850 с ФТМ + (ТМ) ТТ-4М». Значительно больший ущерб способна нанести система ЛЗМ «харвестер DD-1270D + (ТМ) DD-1710 + погрузчик ЛТ-72М» в связи с относительно большим количеством машин, необходимых для выполнения планируемого годового объема лесозаготовок.

3. Проведение предварительной или текущей оценки количества выбросов в атмосферу вредных веществ позволит руководителям лесопромышленных предприятий контролировать экологическую составляющую при комплексной оценке эффективности приобретаемой лесозаготовительной техники.

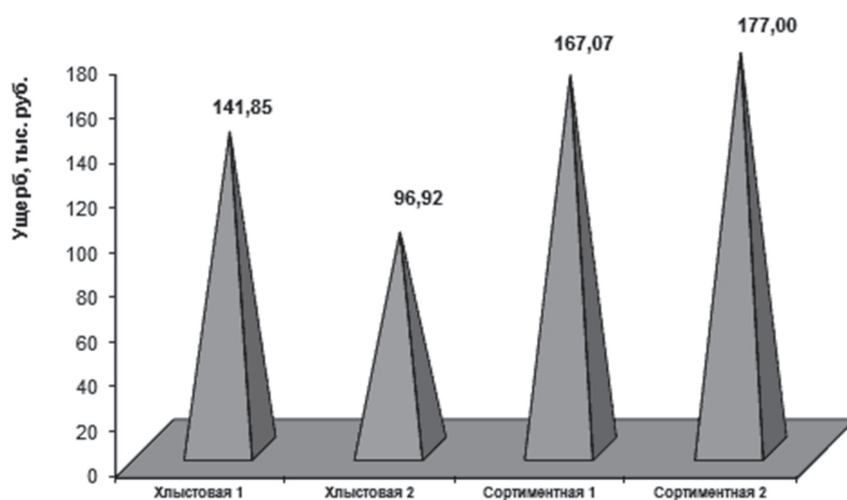


Рис. 3. Ущерб от загрязнения атмосферы лесозаготовительными машинами по видам технологий лесосечных работ

### Библиографический список

1. Рябухин П. Б., Казаков Н. В., Абузов А. В. Метод комплексного анализа систем устойчивого лесопользования // Лесн. вестник. 2013. № 1 (93). С. 129–132.
2. Временные рекомендации по оценке экологической опасности производственных объектов. М., 2006. 40 с.
3. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ для баз дорожной техники (расчетным способом). М., 2009. 57 с.

### Bibliography

1. Riabuhin P. B., Kazakov N. V., Abuzov A. V. Method of complex analysis of sustainable forest management systems // Forest Gazette. 2013. № 1 (93). P. 129–132.
2. Interim recommendations for the evaluation of environmental hazard production facilities. M., 2006. 40 p.
3. Methodology for the inventory of emissions for the base road machinery (settlement method). M., 2009. 57 p.